

(25) copy applicant

JP59064744

© 1984 Hitachi Metals Ltd.

- AN - 1984-130247 [21]
- TI - Nickel contg. maraging steel - also contains carbon, manganese, phosphorus, sulphur, nickel molybdenum cobalt, titanium aluminium copper and silicon
- AB - The steel comprises, by wt. ratio, up to 0.03% Mn up to 0.1%, P up to 0.01%, S up to 0.01%, 10-20% Ni, 0.1-3% Mo, 0.1-5% Co, 0.5-3% Ti, Al up to 0.5%, Cu up to 0.5%, 0.1-1% Si, opt. 0.005-0.05%, in total, one or more of Ca, Mg and rare earth elements, and the balance Fe. The prod. of Mo% and Co% is below 9, and the value of  $\frac{1}{3}(\text{Co}\% + 10\text{Si}\%) + 3\text{Ti}\% + \text{Mo}\%$  is above 8.  
The steel is useful in springs or shafts in bicycles and aircraft, high pressure vessels, etc. It has good ductility toughness pptn. hardenability and delayed rupture resistance.
- IV - NICKEL CONTAIN MARAGING STEEL CARBON MANGANESE PHOSPHORUS SULPHUR MOLYBDENUM COBALT TITANIUM ALUMINIUM COPPER SILICON
- AW - SULPHUR PHOSPHOROUS CARBON SILICON
- PN - JP59064744      A 19840412 DW198421  
JP61047215B      B 19861017 DW198646
- IC - C22C38/14
- MC - M27-A04N
- DC - M27
- PA - (HITK ) HITACHI METALS LTD
- IN - CHIBA Y
- AP - JP19820170550 19820929
- PR - JP19820170550 19820929

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

公開特許公報 (A)

昭59-64744

⑫ Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 22 C 38 14

識別記号  
CBH

庁内整理番号  
7147-4K  
7147-4K

⑭ 公開 昭和59年(1984)4月12日

発明の数 1  
審査請求 有

(全 4 頁)

⑤ 遅れ破壊特性の優れたマルエージング鋼

安来市安来町2107番地の2日立  
金属株式会社安来工場内

②特 願 昭57-170550

⑩出 願 人 日立金属株式会社

②出 願 昭57(1982)9月29日

東京都千代田区丸の内2丁目1  
番2号

⑦発 明 者 千葉芳孝

明 細 書

発明の名称 遅れ破壊特性の優れたマルエージング鋼

特許請求の範囲

1 重量%で0.005%以下、Mn0.1%以下、P0.01%以下、S0.01%以下、Ni10~20%、Mo0.1~3%、Cu0.1~5%、Ti0.5~3%、Al0.5%以下、Ga0.5%以下およびSi0.1~1%を含有し、Mo%とCu%の積が9以下であつて、 $\frac{1}{3}(Cu\% + 10Si\%) + 3Ti\% + Mo\% \geq 8$ を満足し、残部は不純物を除きFeよりなる遅れ破壊特性の優れたマルエージング鋼。

2 重量%で0.005%以下、Mn0.1%以下、P0.01%以下、S0.01%以下、Ni10~20%、Mo0.1~3%、Cu0.1~5%、Ti0.5~3%、Al0.5%以下、Ga0.5%以下、Si0.1~1%を含有し、Mo%とCu%の積が9以下であつて、 $\frac{1}{3}(Cu\% + 10Si\%) + 3Ti\% + Mo\% \geq 8$ を満足し、さらにGa、Mgおよび希土類元素の1種または2種以上を合計0.005~0.05%含有し、残部は不純物を除きFeよりなる遅れ破壊特性の優れたマルエージング鋼。

本発明は二輪車用スプリング材あるいはシャフト材および各種装置用パネ材などに用いられる遅れ破壊特性の優れた200kg/mm<sup>2</sup>以上の引張強度を有するマルエージング鋼に関するものである。

マルエージング鋼は極低炭素の高Niマルテンサイト鋼に適切な時効処理によつて140kg/mm<sup>2</sup>以上の引張強度が得られる超高張力鋼として知られている。

18%Ni系マルエージング鋼は引張強度水準により140kg/mm<sup>2</sup>級、175kg/mm<sup>2</sup>級、210kg/mm<sup>2</sup>級および240kg/mm<sup>2</sup>があるが、いずれもCuが7~13%を含むため、脆化上あるいはまた用途的に制限を受ける場合が少なくない、従つてCuを極力制限しても200kg/mm<sup>2</sup>以上の引張強度を有し、延性および靱性が良好であつて、さらに遅れ破壊特性が優れている、安全性、信頼性が重視される高圧力容器部品、航空機用部品としての用途も期待される。

そこで本発明者は、まず、上記のマルエージング鋼と本発明鋼のCuを5%まで含むマルエージング鋼の析出炭化量を種々検討した結果、Cuは従来よ

り知られているように、析出硬化剤として析出硬化に寄与する事実を確認したうえで、Cuを5%以下に制限した場合には、従来鋼のMo量(3.5~5.2%)では未溶解析出物が残存するため靱性を害し、Mo量は5%以下に制限する必要があること、また析出強化元素であるTi量を増加しなければ所定の強度が得られないという結論にいたつた。しかしながら単にTi量を増加させ、所定の強度が得られたとしても、良好な延性および靱性を得るにはいたらなかった。

そこで、本発明者はさらに検討を加え、従来鋼において靱性を著しく低下させるものとしてAl以下にきびしく制限されていたSi、MnおよびCuに注目し、靱性改良の検討を行なつた結果、SiのみがCuと同様に析出硬化に寄与するとともに延性、靱性をも改善させ得る有効な元素であることを見いだしたものである。

次に従来マルエージング鋼は大気環境下では低合金鋼や高張力鋼に比較して切欠靱性が優れているにもかかわらず、水溶液環境下における遅れ

破壊特性がきわめて不安定であることが、材料の安定性、信頼性の点で問題があつたが、本発明鋼は水溶液環境下における遅れ破壊特性がきわめて優れていることを見出したものである。

本発明は重量%でC 0.03%以下、Mn 0.1%以下、P 0.01%以下、S 0.01%以下、Ni 10~20%、Mo 0.1~3%、Cu 0.1~5%、Ti 0.5~3%、Al 0.5%以下、O 0.05%以下およびSi 0.1~1%を含有し、Mo%とO%の積が9以下であつて、 $\frac{1}{3}(O\% + 10Si\%) + 3Ti\% + Mo\% \geq 8$ を満足し残存不純物を除きFeよりなる遅れ破壊特性の優れたマルエージング鋼、あるいは上記合金にさらにCa、Mgおよび希土類元素の1種又は2種以上を0.005~0.05%含有した遅れ破壊特性の優れたマルエージング鋼である。

次に上記成分の限定理由について説明する。

Cは不純物元素として混入するものであるが、0.03%を越えるとはTiなどと炭化物を形成し、切欠靱性を著しく害するのでCは0.03%以下に限定する。

Mnは不純物元素として混入するものがあるが、0.1%を越えるMnは非金属介在物の増加により切欠

靱性の低下を招くので0.1%以下に限定する。

PおよびSは可能な限り最低限にすべきでありそれぞれ0.01%以下に限定する。

Niはマルテンサイト構成元素であり10%以上のNiはマルテンサイト状態で時効処理して鋼を強化し、また延性、切欠靱性の点からも必要であるので下限を10%に限定する。20%を越えるNiは残留オーステナイトを形成し強度を低下させ、かつ不経済であるので上限を20%に限定する。

Moは析出強化元素であるが、0.1%未満のMoは強度を著しく低下させるので下限を0.1%に限定する。またMoはOが5%以下の場合には、過剰添加すると未溶解析出物が残存するため、切欠靱性および遅れ破壊特性を害するので上限を3%に限定する。

Oは析出硬化剤としてMoおよびTiを析出させる重要な元素であるが、0.1%未満のOは十分な強度が得られないので、下限を0.1%に限定する。5%を越えるOは切欠靱性を低下させ、経済的にも好ましくないで5%に限定する。

Alは脱酸剤として効果があるが、過剰添加すると非金属介在物量の増加により切欠靱性の低下を招くので上限を0.5%に限定する。

Tiは時効硬化元素として不可欠の元素であり、少なくとも0.5%以上必要であるが、過剰添加すると切欠靱性を低下させるのみならず、遅れ破壊特性も害するので上限を3%に限定する。

Cuは不純物元素として混入するものであるが、0.5%を越えると遅れ破壊特性を害するので、Cuは0.5%以下に限定する。

Siは前述のようにOが5%以下にあつては、MoあるいはTiの析出促進に有効な作用を及ぼす本発明における主要元素の1つであり、少なくとも0.1%以上の添加が必要である。過剰添加すると延性および切欠靱性を低下させるのみならず、遅れ破壊特性を害するので上限を1%に限定する。

Ca、Mgおよび希土類元素は脱酸、脱酸剤として一般的に効果があり、遅れ破壊特性を高める効果があるが、過剰な添加は非金属介在物の増加により、切欠靱性の低下を招くので、1種又は2種以

上で合計0.005~0.05%の範囲に限定する。本発明鋼において引張強度を200kg/mm<sup>2</sup>以上得るには、硬度が53以上を得る必要があり、Mo%と0.0%の積が9以下であつて、第1図に示すように当量式=1/2(0.0%+20Si%) + 3Ti% + Mo%が8以上である0.0、Si、TiおよびMoに制限する。

次に本発明の実施例を示す。

第1表に遅れ破壊特性を調査するために用いた本発明鋼および比較鋼の化学組成を示す。A14およびA15はそれぞれ175kg/mm<sup>2</sup>級および210kg/mm<sup>2</sup>級マルエージング鋼として知られる試料である。溶解された試料は通常の条件で熱間加工を行ない14mm径の棒鋼とし、860℃の固溶化処理後、引張試験片および遅れ破壊試験片に機械加工し、さらに480℃で時効処理を行なつた。

遅れ破壊試験は3%NaCl水溶液の腐食環境にさらし、試験片に負荷される引張応力を0.8%耐力値の9%に相当する応力とし、破断に至るまでの時間(Hr)を測定した。

第2表に引張延性、引欠線性(引欠強度比)お

よび遅れ破壊試験による破断寿命(Hr)を示した。

第2表により本発明鋼は200kg/mm<sup>2</sup>以上の引張強度を有し、引張延性(%)が50%以上を有し破断に至るまでの寿命は200時間を越え、比較鋼に比し良好な引張延性および安定した遅れ破壊特性をそなえた低炭化マルエージング鋼であるといえる。

以上述べたように本発明鋼は水溶液中における遅れ破壊に対して安定した材質を保証できるので二輪車用スプリング材あるいはシャフト材および各種装置用バネ材のみならず、安全性、信頼性が重視される高圧力容器部品、航空機部品などの素材として信頼性の高い低炭化マルエージング鋼を提供でき、工業的価値は大きい。

図面の簡単な説明

第1図は本発明鋼の時効処理を行なつた場合の硬度と鋼係式の線図を示す。

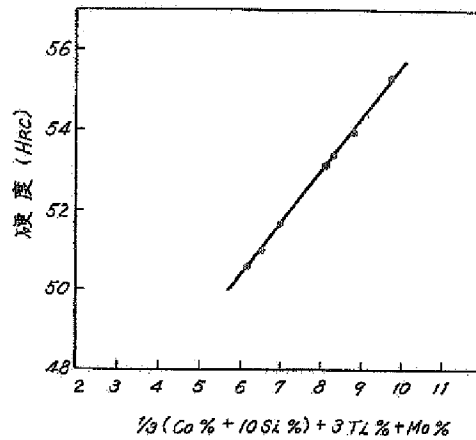
第1表

試料	C	Si	Mn	P	S	Mi	Os	Mo	Cu	Ti	Al	Fe	その他
1	0.002	0.31	0.01	0.006	0.002	0.005	2.01	2.01	0.01	1.46	0.110	Fe <sub>2</sub>	
2	0.001	0.20	0.01	0.008	0.002	0.002	0.19	2.01	0.01	1.84	0.107	Fe <sub>2</sub>	
3	0.001	0.15	0.01	0.007	0.002	0.003	0.32	2.01	0.01	2.02	0.105	Fe <sub>2</sub>	
4	0.001	0.13	0.01	0.006	0.001	0.014	4.03	1.06	0.01	1.94	0.098	Fe <sub>2</sub>	
5	0.002	0.30	0.01	0.005	0.001	0.008	0.18	2.10	0.01	2.15	0.105	Fe <sub>2</sub>	
6	0.002	0.31	0.01	0.003	0.002	0.011	2.00	2.05	0.01	1.99	0.102	Fe <sub>2</sub>	0.0005%Ni
7	0.002	0.30	0.01	0.006	0.001	0.011	2.01	2.10	0.01	2.00	0.097	Fe <sub>2</sub>	0.00020%Ni
8	0.001	0.30	0.01	0.006	0.001	0.008	2.01	2.04	0.01	2.01	0.098	Fe <sub>2</sub>	0.0005%Ni
9	0.002	0.31	0.01	0.006	0.002	0.010	2.00	2.05	0.01	2.02	0.104	Fe <sub>2</sub>	0.0002%Ni, 0.0005%Ni
10	0.002	0.32	0.01	0.005	0.001	0.009	2.02	2.02	0.01	2.02	0.103	Fe <sub>2</sub>	0.0003%Ni
11	0.002	0.01	0.01	0.005	0.001	0.043	0.05	2.08	0.01	1.62	0.110	Fe <sub>2</sub>	
12	0.002	0.01	0.01	0.005	0.002	0.012	0.15	2.12	0.01	1.55	0.103	Fe <sub>2</sub>	0.3V
13	0.002	0.01	0.01	0.006	0.002	0.010	0.20	2.10	0.01	1.57	0.101	Fe <sub>2</sub>	0.23%Ni
14	0.002	0.01	0.01	0.004	0.002	0.015	0.21	2.03	0.01	0.47	0.120	Fe <sub>2</sub>	
15	0.002	0.05	0.02	0.005	0.002	0.008	0.95	3.14	0.01	0.90	0.110	Fe <sub>2</sub>	

第2表

試料	引張性質				引欠線性 (%) (kg/mm <sup>2</sup> )	遅れ破壊寿命(Hr) 3%NaCl水溶液
	0.2%耐力 (kg/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (kg/mm <sup>2</sup> )	伸率 (%)	収縮率 (%)		
1	193.3	2024	12.4	55.5	287.4	365
2	191.4	2001	12.0	57.7	282.7	325
3	193.1	2015	13.6	55.7	278.6	293
4	192.0	2000	13.4	59.4	273.5	255
5	197.9	2054	15.0	55.7	291.7	245
6	197.4	2050	15.5	57.4	290.0	263
7	197.0	2045	16.2	59.4	281.0	284
8	195.4	2043	15.4	60.5	280.4	254
9	196.0	2049	15.9	60.2	279.6	258
10	196.8	2050	16.4	63.6	284.3	297
11	175.0	1834	13.2	57.5	272.3	195
12	173.0	1854	10.5	50.3	268.4	160
13	177.8	1847	9.8	48.2	263.7	153
14	172.5	1825	10.8	50.3	280.4	294
15	215.6	2212	11.0	58.6	294.3	145

第 1 図



手続補正書 (自発)

昭和53年10月28日



特許庁長官殿

事件の表示

昭和57年 特許願 第 170550 号

発明の名称

遅れ減速特性の優れたマルエージング鋼

補正をする者

特許出願人 二  
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号  
名 称 (500) 日立金属株式会社  
代 表 者 河野 典夫



代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号  
名 称 日立金属株式会社

補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄。

補正の内容

別紙のとおり

補正の内容

1. 明細書の発明の詳細な説明の欄を次のように訂正する。

(1) 明細書第4頁第19行「ものがあるが」を「6のであるが」に訂正する。

(2) 同書第7頁第18行「9%」を「90%」に訂正する。

(3) 同書第10頁第2段中の切欠強度「Kb」を「Kt」に訂正する。

以 上

